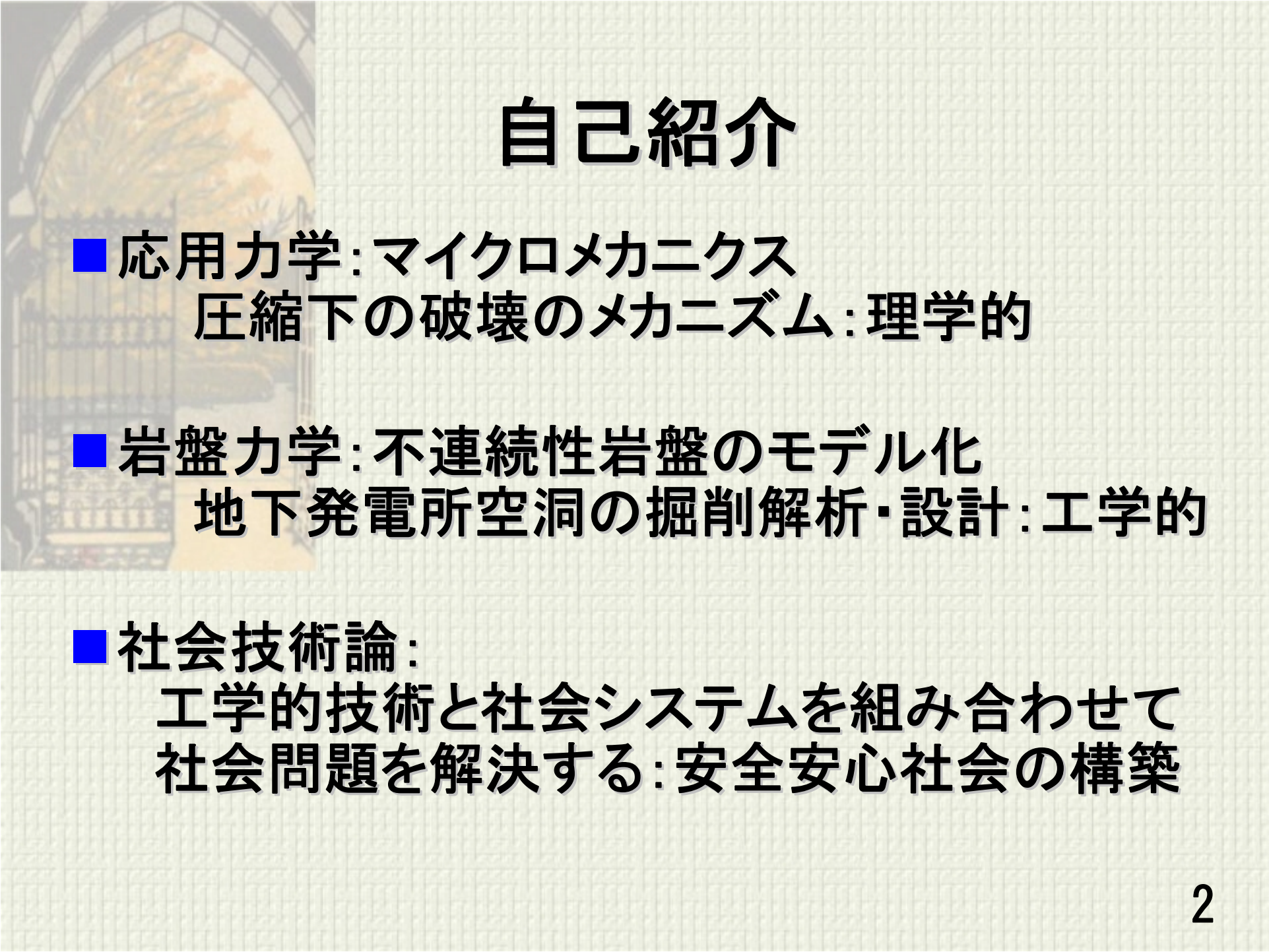




構造力学と政治力学の アナロジー

工学系研究科 堀井秀之

‡: このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。



自己紹介

- 応用力学: マイクロメカニクス
圧縮下の破壊のメカニズム: 理学的
- 岩盤力学: 不連続性岩盤のモデル化
地下発電所空洞の掘削解析・設計: 工学的
- 社会技術論:
工学的技術と社会システムを組み合わせ
社会問題を解決する: 安全安心社会の構築



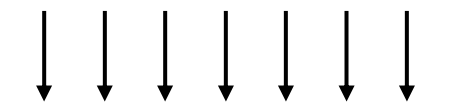
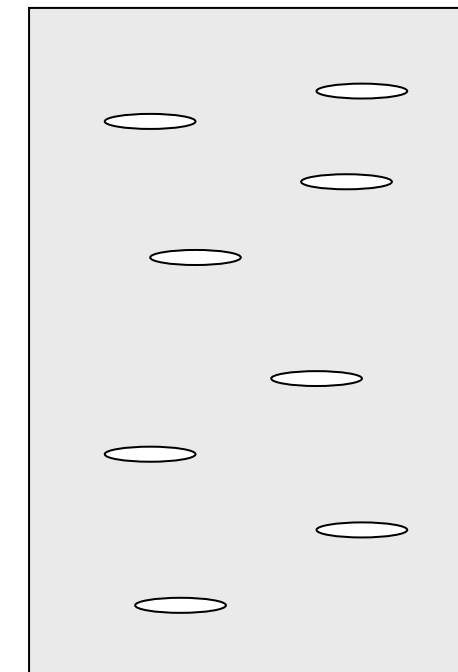
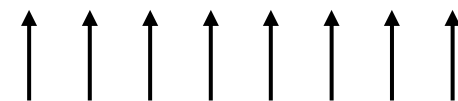
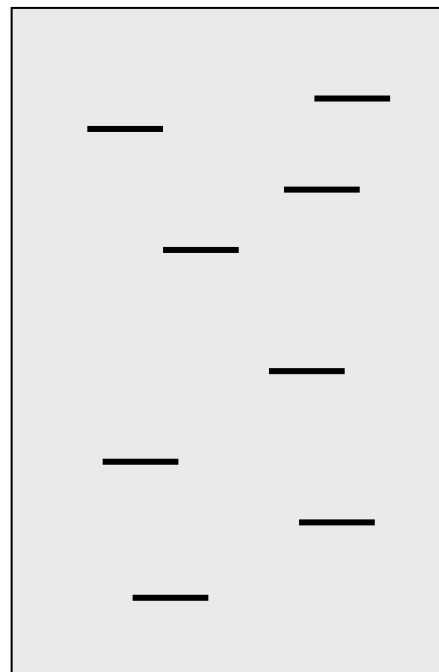
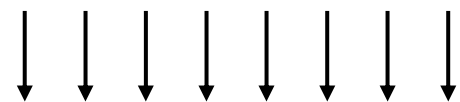
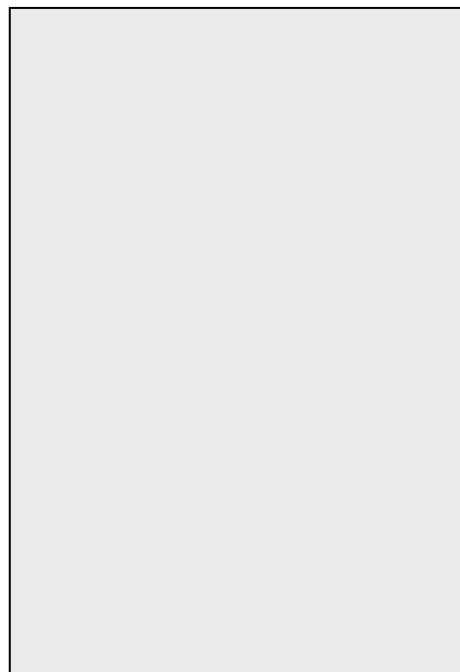
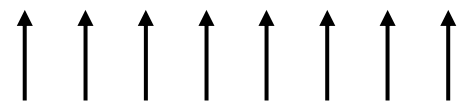
本講義のねらい

- 「力という概念」: 物理的な力、政治力、権力、影響力、技術力、魅力
- 共通性と、それに起因する共通の体系
- 構造物や材料の力学現象と
政治的現象とのアナロジー
- 体系的な理解、分野を超えた知の活用

1. ミクロからマクロを導くアプローチ

- 構造力学や材料力学の目標は、構造物や材料に力が加わった時に起こる現象を再現・予測できるようにすること
- 力学現象が、物体全体のスケール(マクロ)より小さいスケール(ミクロ)の現象に大きく依存しているとき、ミクロアプローチが有効となる
- ミクロの力学現象を予測できるようにし、その結果からマクロの力学現象を予測するのが、ミクロからマクロを導くアプローチ

例：スリットの入った板



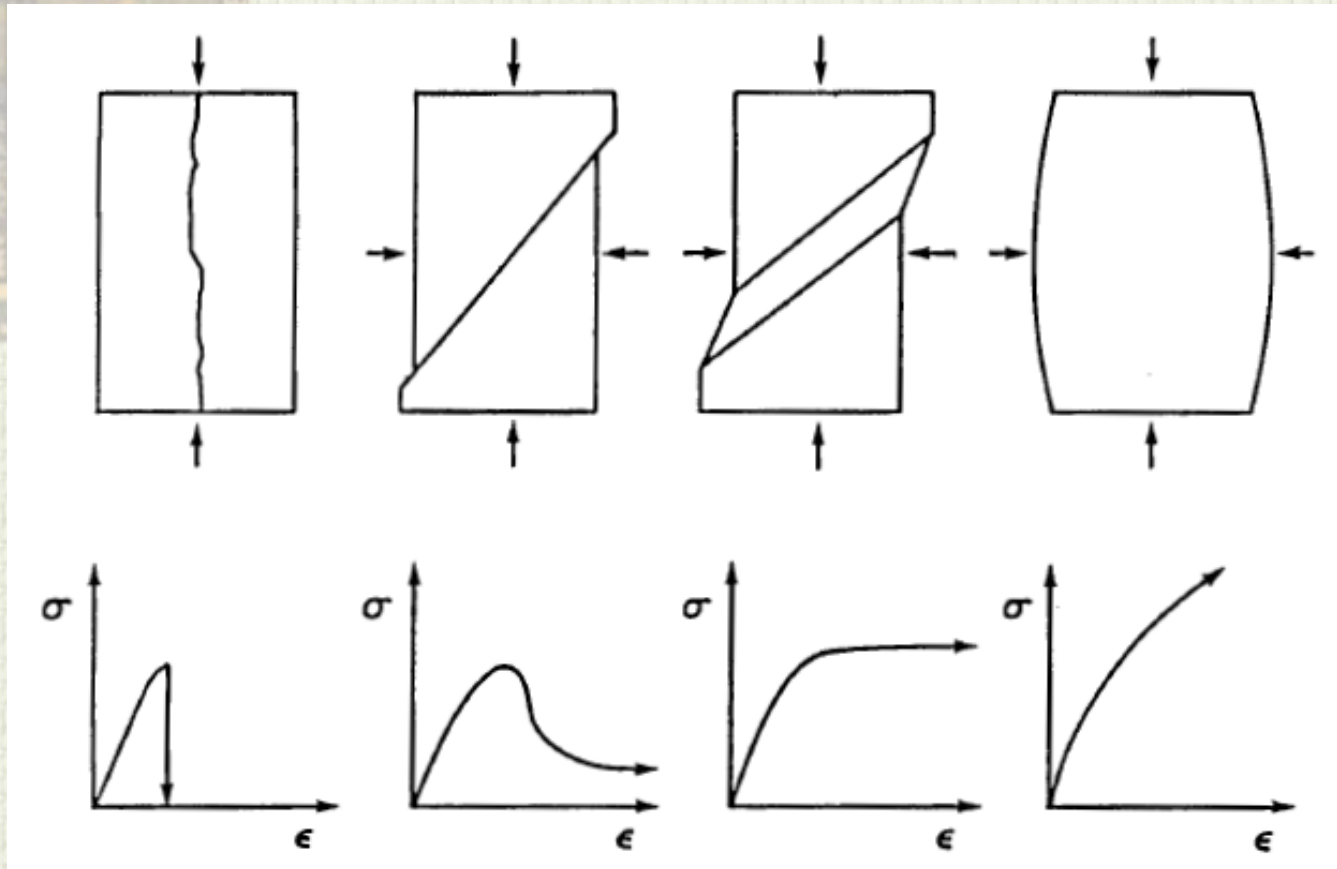
- 引っ張ると、スリットが開口するため、板の変形（伸び）は大きくなる
- スリットの開口量は計算できる：ミクロ
- スリットの開口量から板の見かけ上の硬さが計算できる：マクロ

$$\bar{E} = \frac{E}{1 + \pi \frac{a}{d}}$$

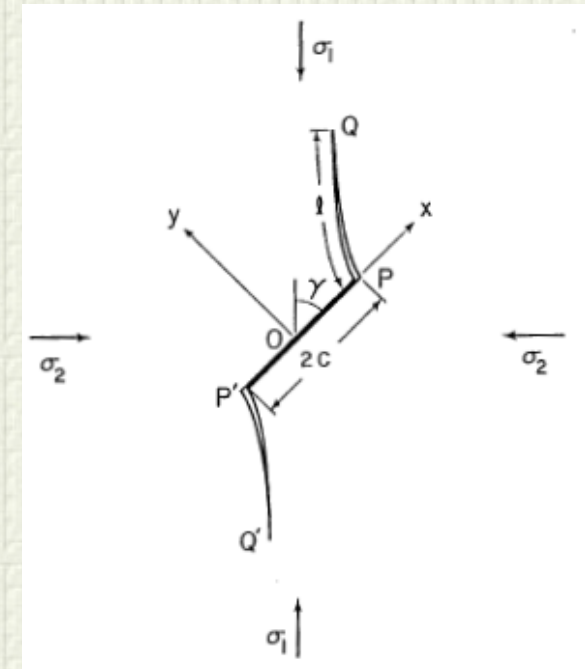
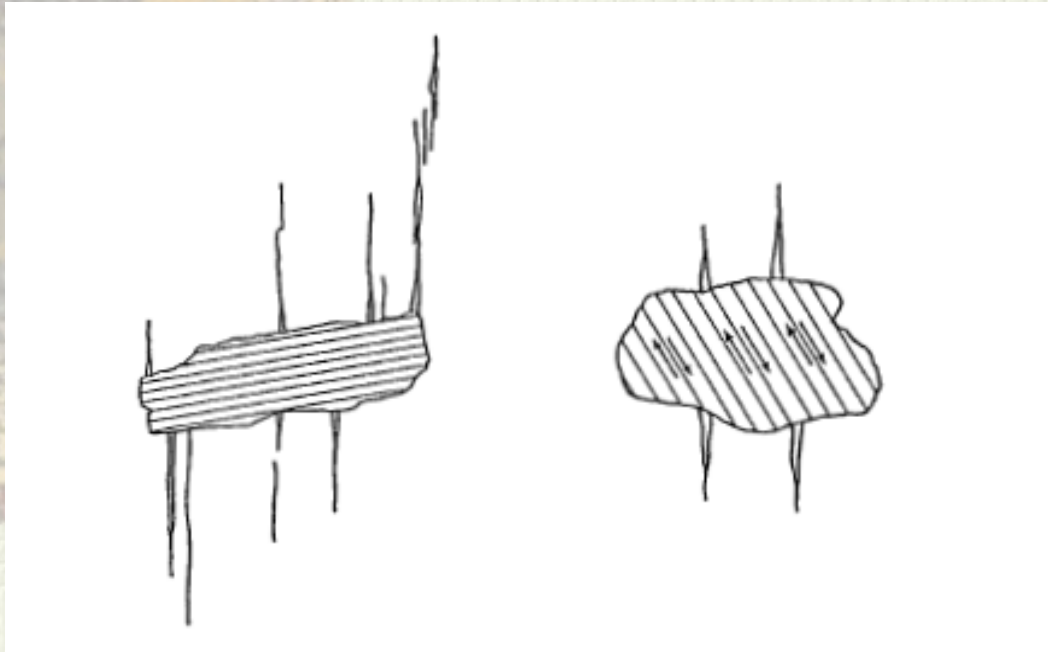
- 見かけ上の硬さ $\bar{E}$ をスリットの大きさ a とスリットの平均間隔 d で表すことができる

岩石の圧縮化の破壊

- 拘束圧(横方向の力)を大きくすると破壊のモードが変化、強度も増大



- 岩石の圧縮化の破壊を支配しているのは
ミクロな初期欠陥の滑りによるひび割れの進展



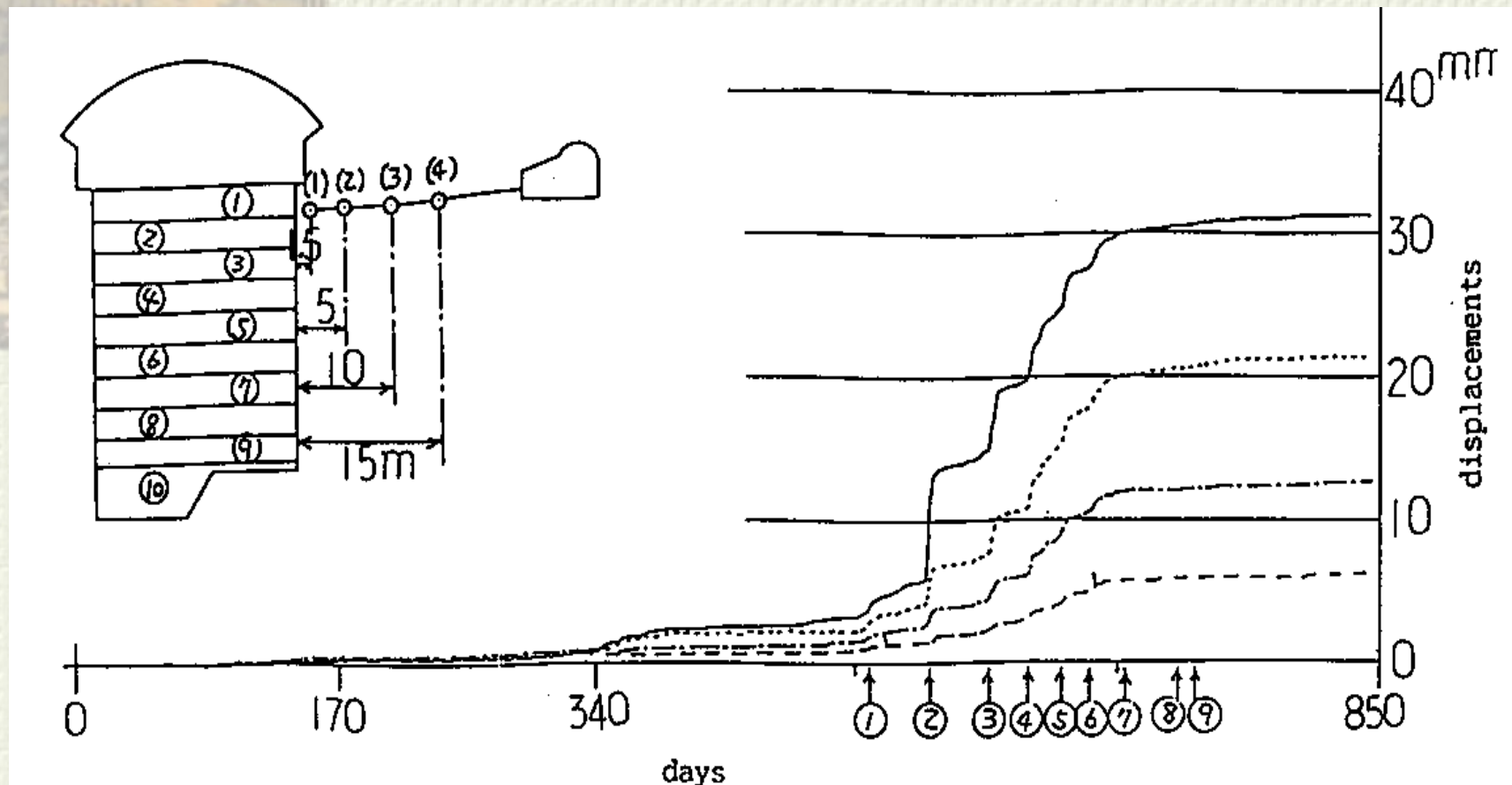
- ひび割れの進展をモデル化することにより、破壊モード、強度の変化を予測・再現することが可能

ひび割れ進展モデル

地下発電所：大規模岩盤空洞の掘削



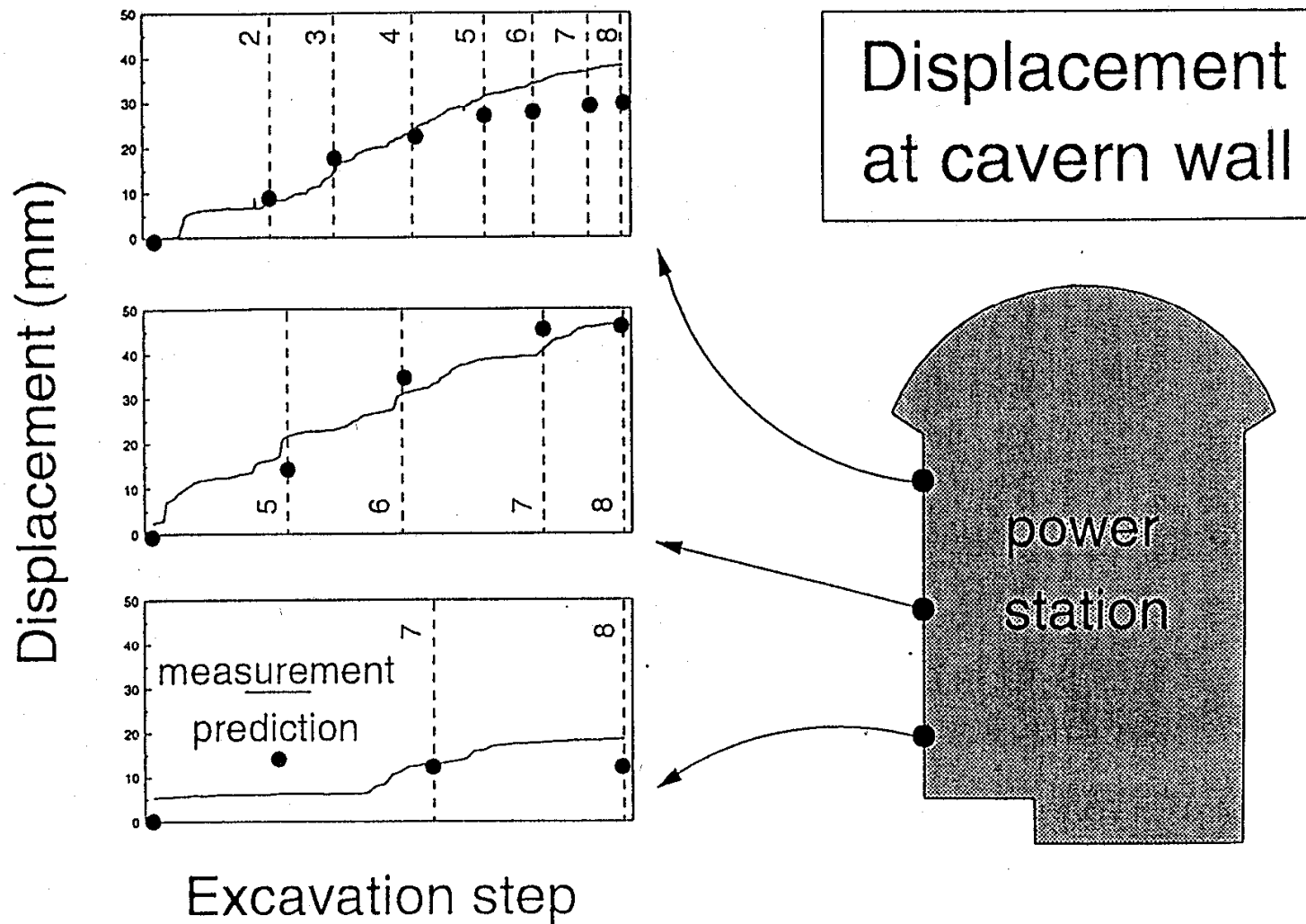
■ 岩盤のはらみだし: 空洞安定性 空洞崩壊の可能性、予測の必要性



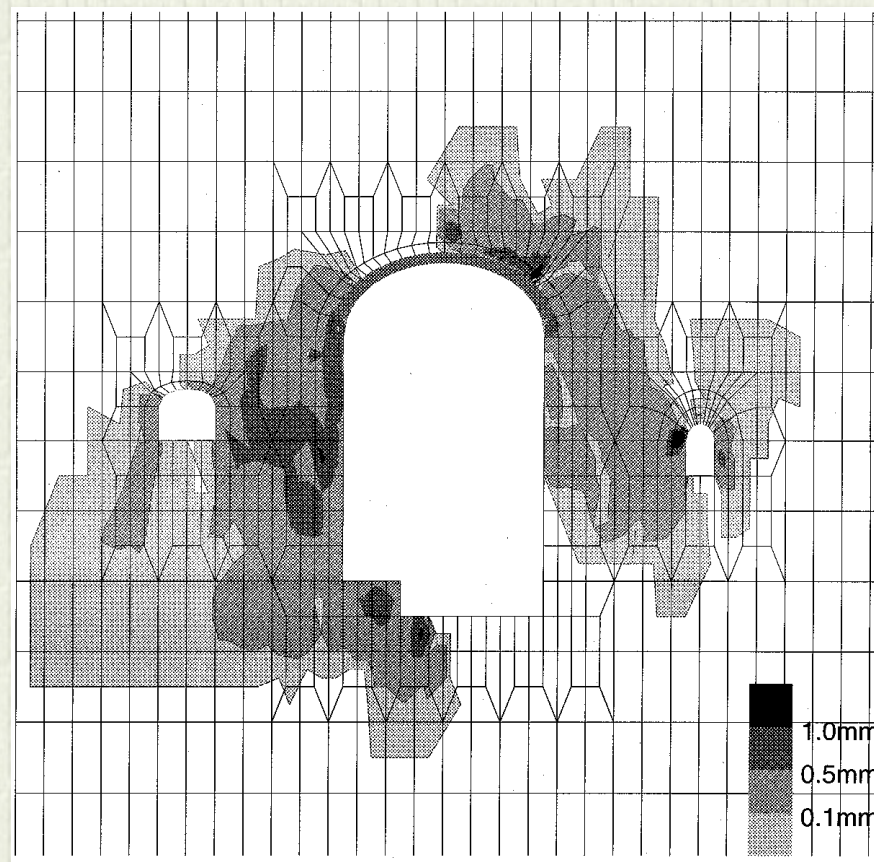
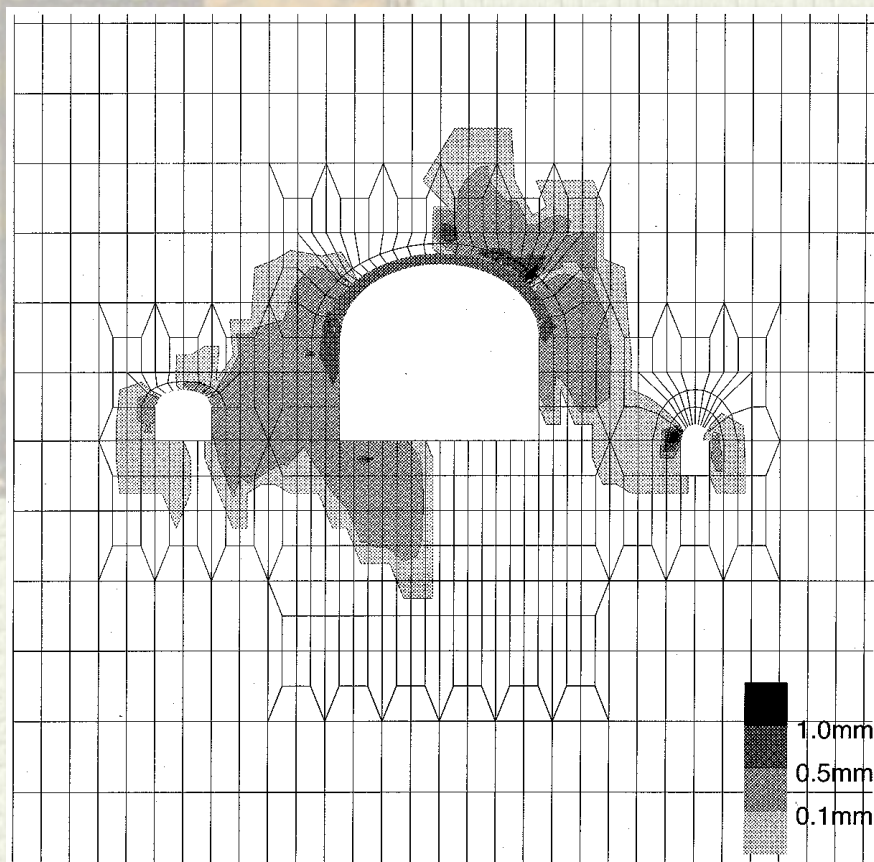
■ 岩盤の挙動を支配しているのは不連続面



■不連続性材料のモデル化、空洞掘削解析



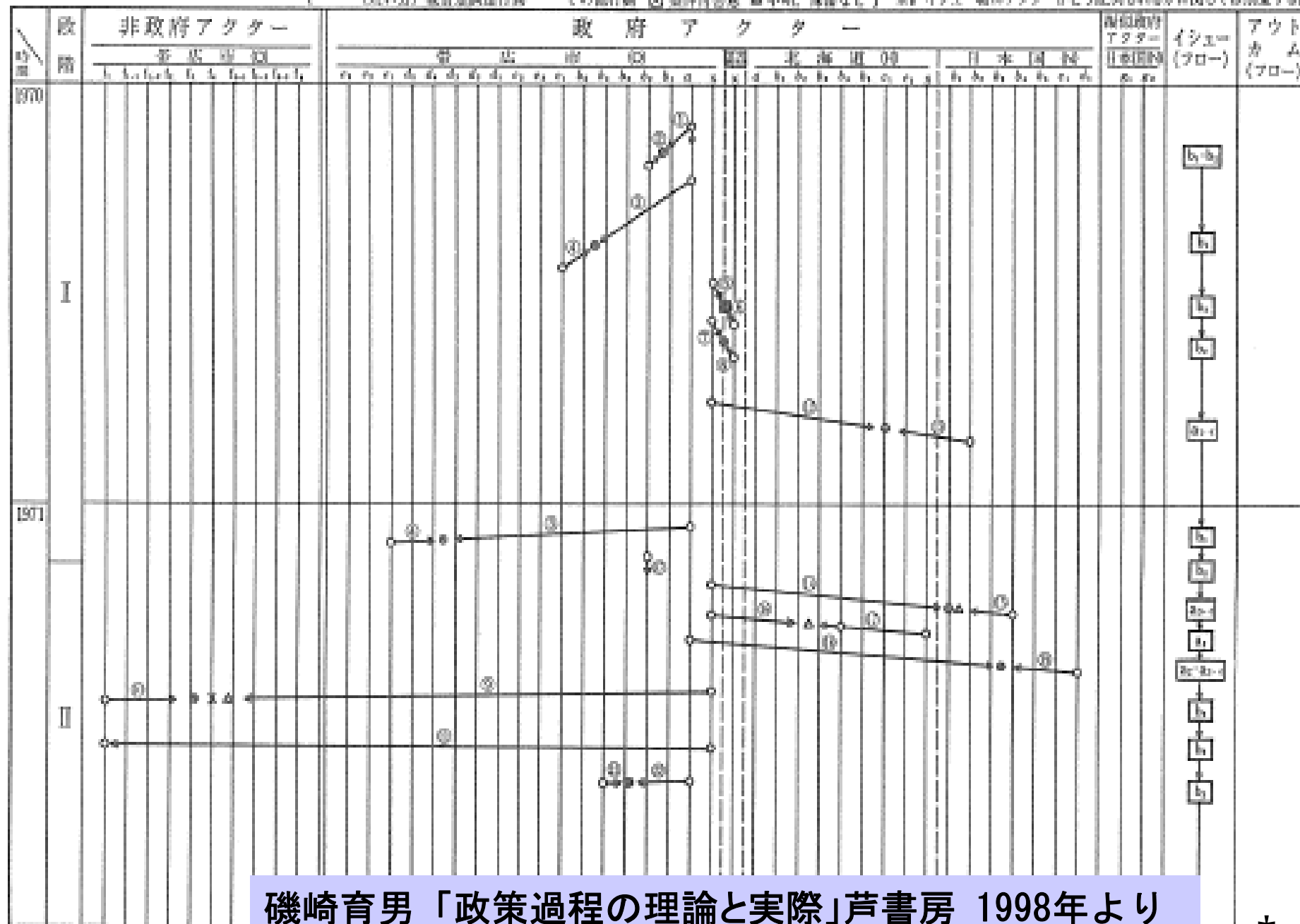
■不連続面の滑り量の予測結果



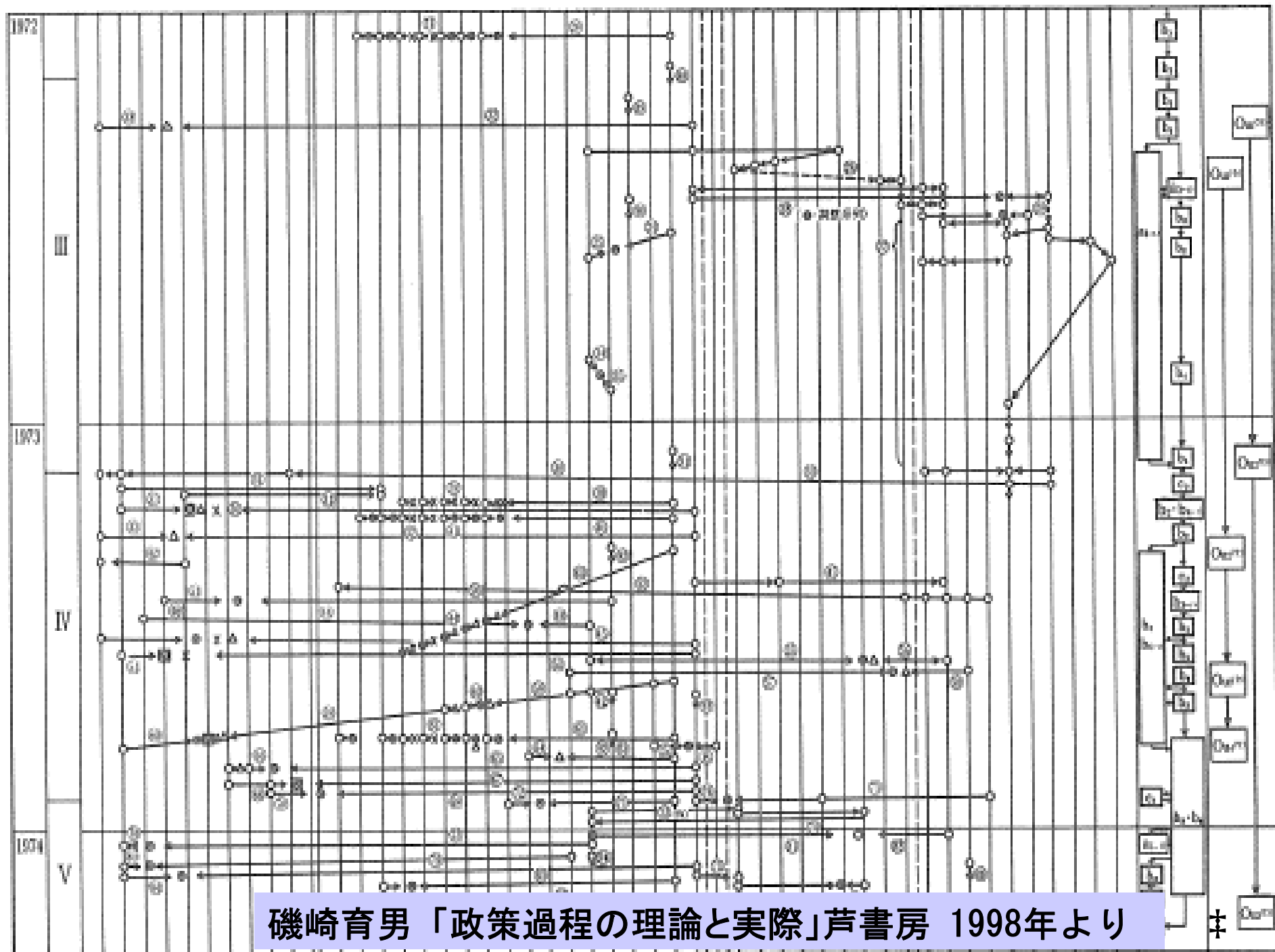
政治現象：ミクロからマクロを導く

- 政策過程：政策に連なる日常的な政治過程
- 政策過程分析：複数の主体の間で影響を及ぼし合うことによって事態が推移する様々な事象に適用することができる
- マクロアプローチ：様々な要因が政策の決定にどのように影響するかを明らかにすることや、政治的権力構造を把握することが目標
- ミクロアプローチ：個々の政策が形成される過程において、関わりを持つ主体がどのような行動をとり、それに対して他の主体がどのような行動をとったかを分析

(→→) (良い方) 合意調整行動 (→→) (悪い方) 合意調整行動 (→) 決定行動 (●) 合意 (△) 不合法
 (→→) (良い方) 合意調整行動 (→→) (悪い方) 合意調整行動 (→) 決定行動 (●) 合意 (△) 不合法



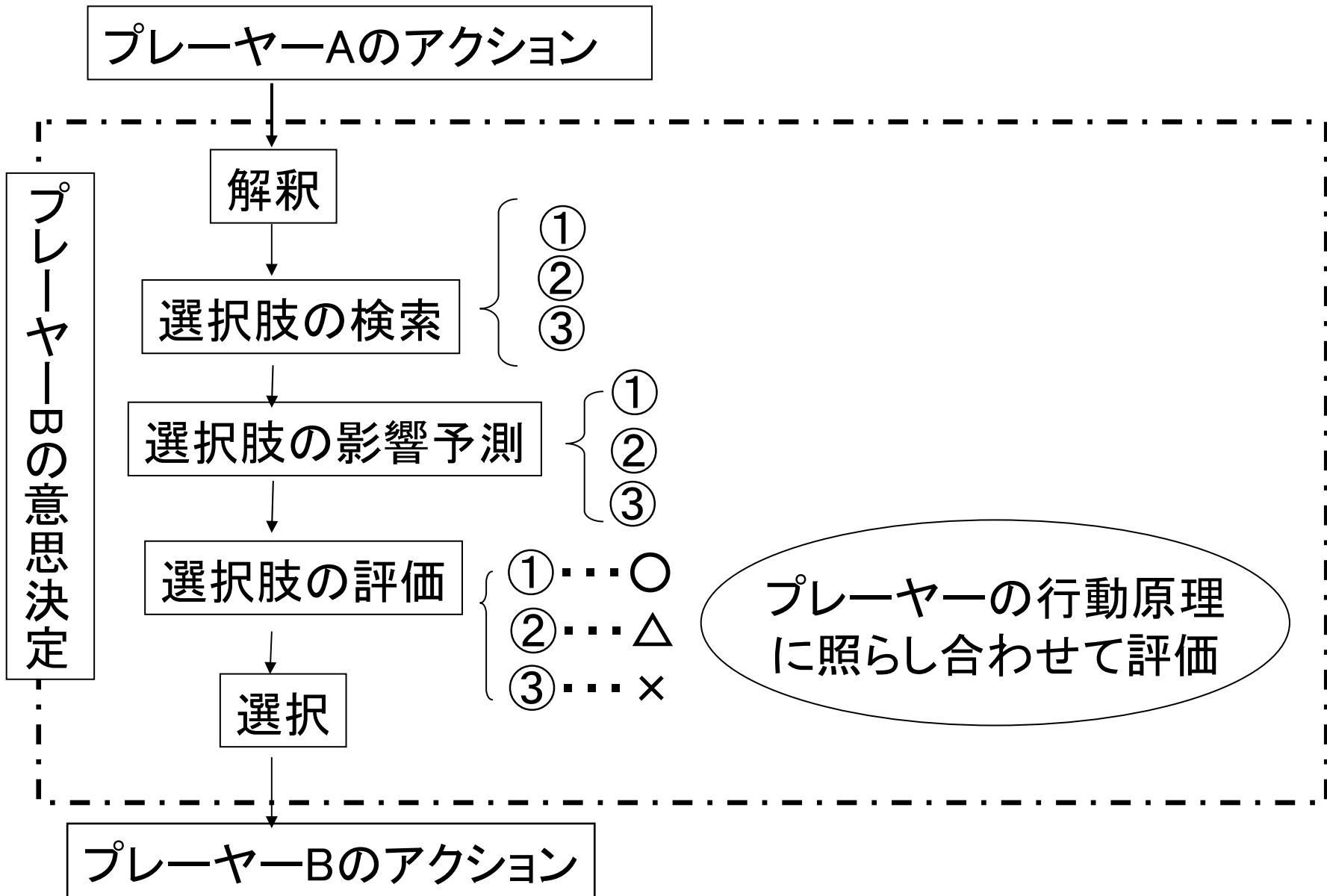
磯崎育男「政策過程の理論と実際」芦書房 1998年より

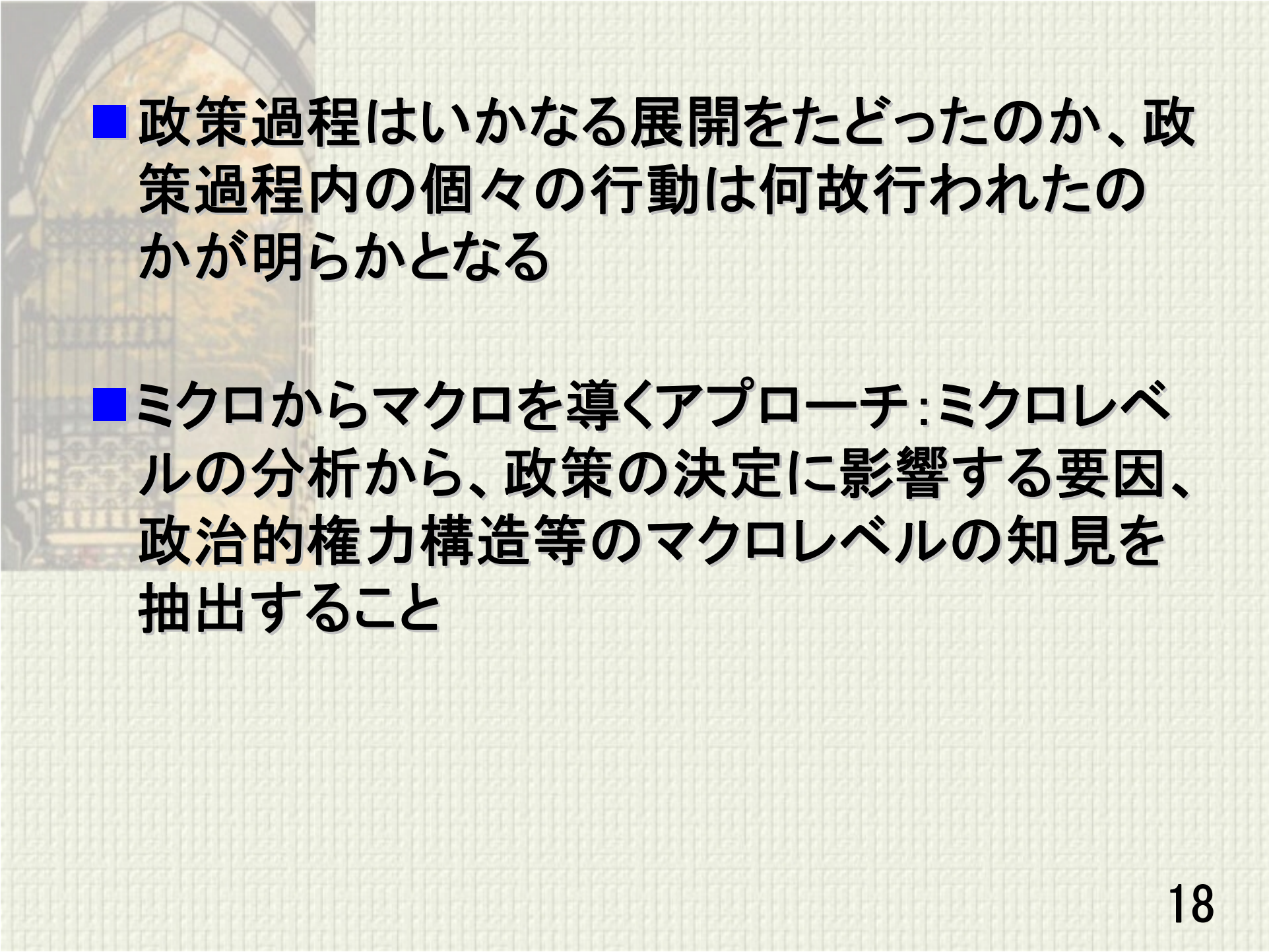


磯崎育男「政策過程の理論と実際」芦書房 1998年より

※

行動モデルのイメージ



- 
- 政策過程はいかなる展開をたどったのか、政策過程内の個々の行動は何故行われたのかが明らかとなる
 - ミクロからマクロを導くアプローチ: ミクロレベルの分析から、政策の決定に影響する要因、政治的権力構造等のマクロレベルの知見を抽出すること

まとめ1:ミクロからマクロを導く 力学現象と政治現象のアナロジー

- マクロの現象:ミクロの現象の集積
- ミクロの現象をモデル化、ミクロの現象の予測結果からマクロな現象の予測を行う
- 研究課題:ミクロからマクロを導く手法
平均化手法

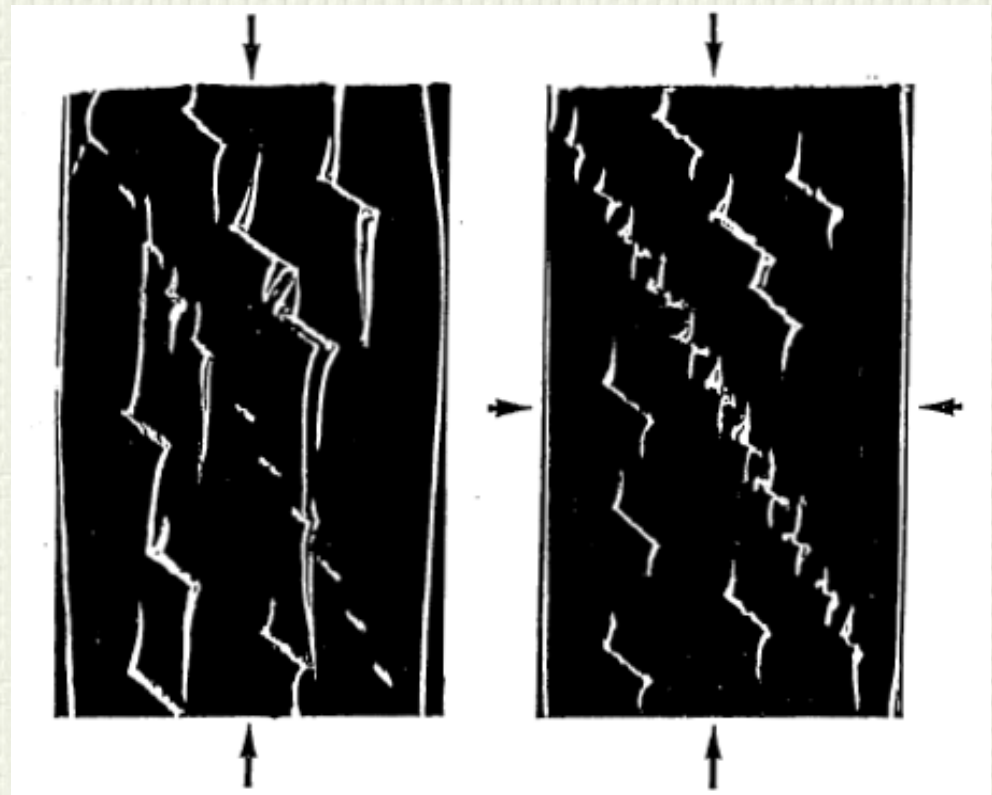
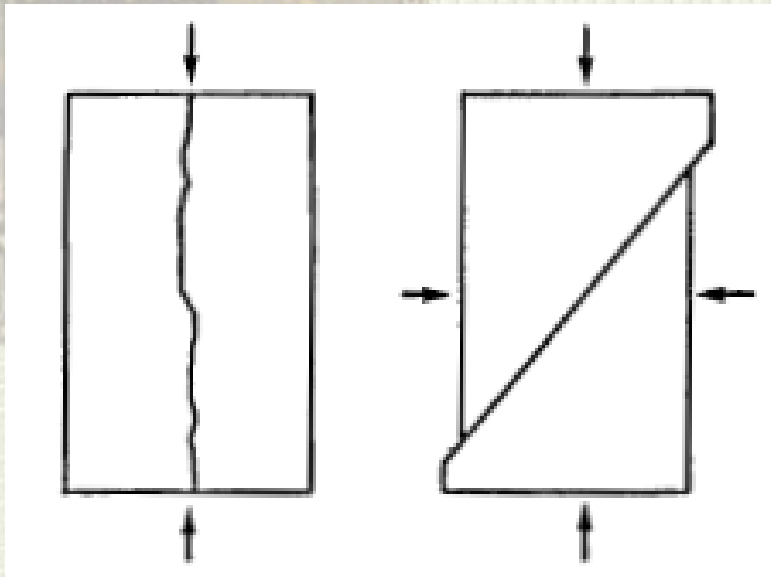
2. 相互干渉に起因するモード変化

■ 何故せん断破壊するのか: 斜めの破壊面

著作権の都合により、下記の図版
を削除しました。

せん断破壊の図

■ ひび割れとひび割れの相互干渉
斜めに位置するひび割れ同士が助け合う
相互干渉がモード変化の原因



社会的ジレンマ：山岸（北大）

- ある集団の人々にそれぞれ100円を配り、ある人がその100円を寄付してくれたら200円にして全員に分配すると伝える
- ある個人にとっては寄付しない方が得
- 全員が自分の利益を優先して寄付しなければ、全員100円しか手に入らない
- 全員が寄付すれば、全員200円を手にする
ことができる



■ 何%人が寄付したら自分も寄付するか
X%の人が寄付するなら自分も寄付する人はY%

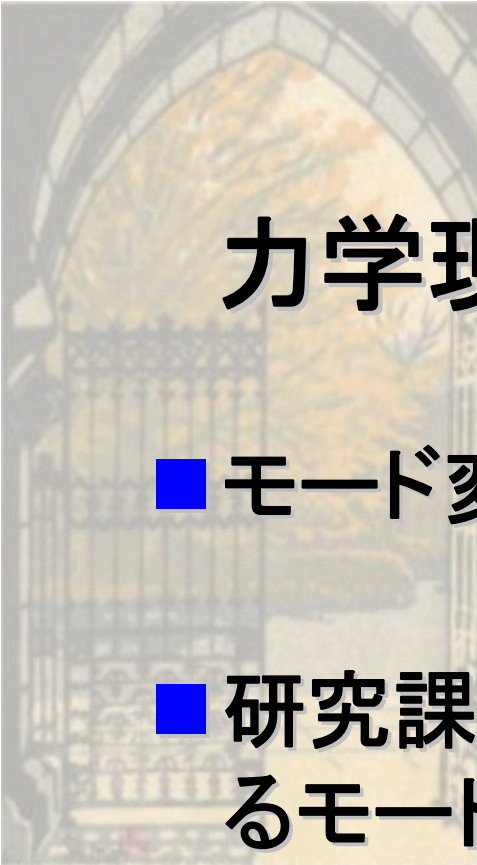
著作権の都合により、下記の図版
を削除しました。

山岸俊男「社会的ジレンマのしく
み」サイエンス社 1990

- 100円を配って寄付を募るプロセスを繰り返す
最初に寄付した人が50%なら、次に寄付する人は64%
- 最初に寄付する
人の比率によって
2つのモードに分岐
- モードの変化を
支配しているのは
相互干渉
他の人の行動と
自分の行動

著作権の都合により、下記の
図版を削除しました。

山岸俊男「社会的ジレンマのし
くみ」サイエンス社 1990



まとめ2:モード変化 力学現象と政治現象のアナロジー

- モード変化を支配しているのは相互干渉
- 研究課題: 相互干渉のモデル化、モデルによるモード変化の解析
- モード変化が解析できるようになれば
あるモードにするための方策を設計できる

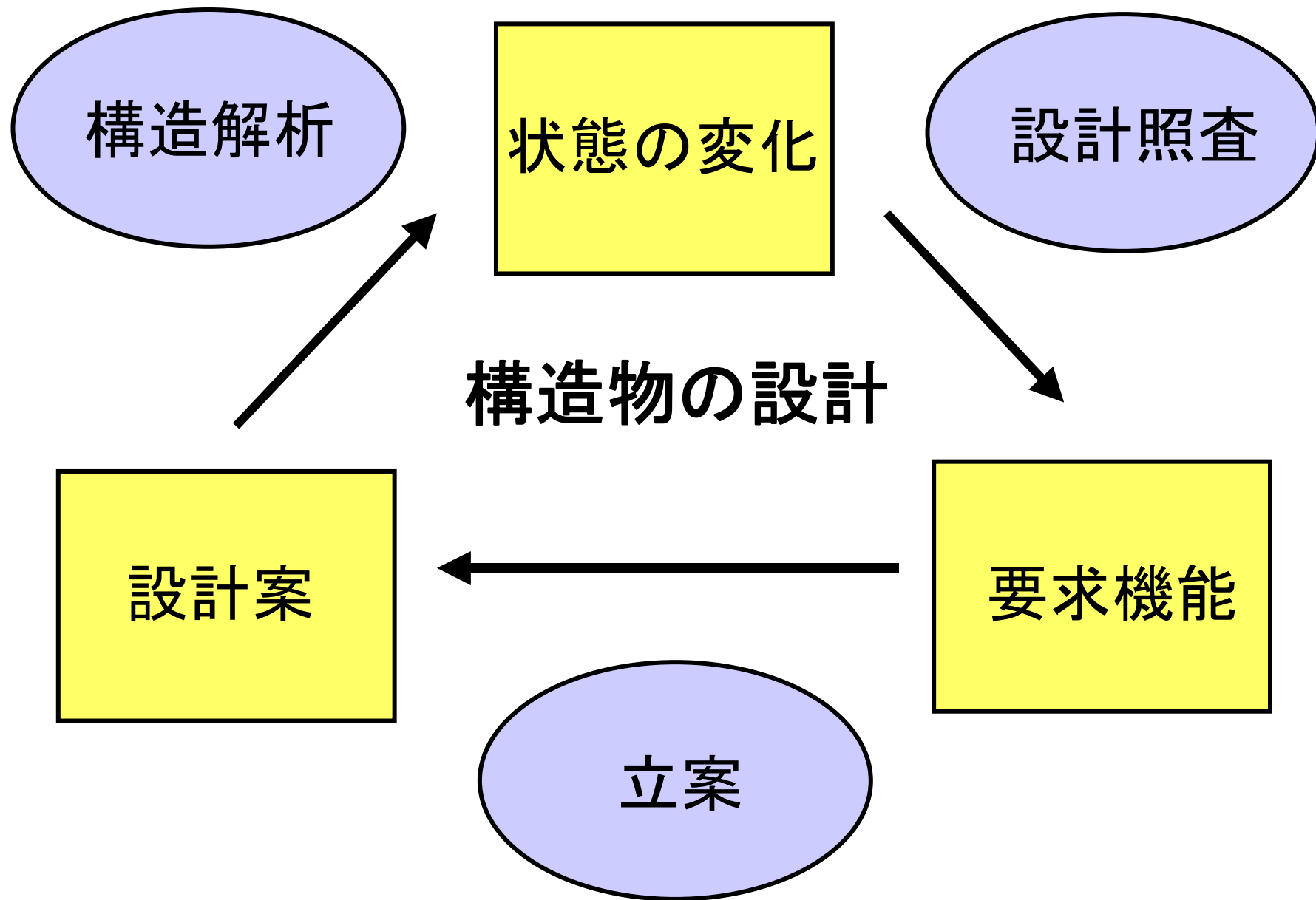
3. 分野を超えた知の活用

- 力学現象と政治現象のアナロジーにどんな意味があるのか
- 本質的メカニズムの抽出
- 他分野の知見の活用
- 構造物の設計と制度の設計
構造解析と政策過程分析



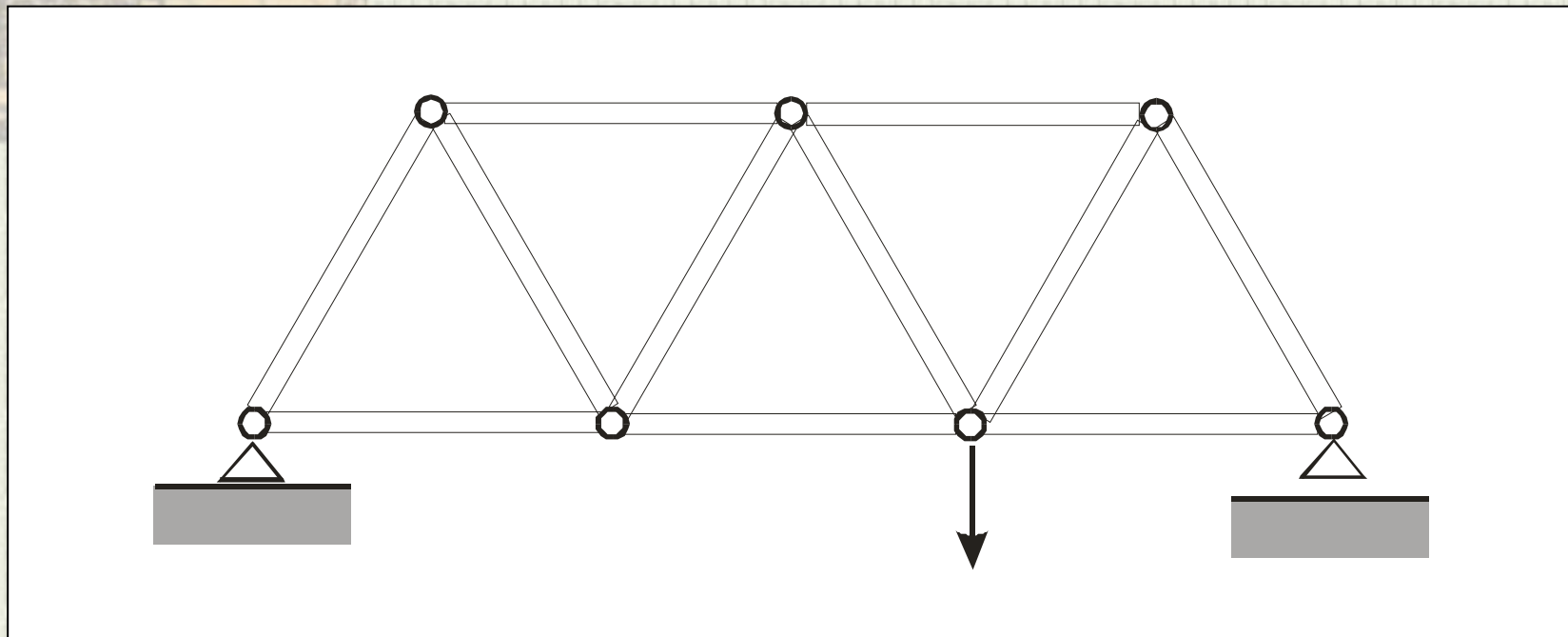
問題解決のレベル

- レベル1: 個人の知
- レベル2: 組織の知
- レベル3: 分野の知
- レベル4: 他分野の知
- レベル5: 創造性



構造解析

- 構造物(設計案)に力が加わった時の状態の変化を予測
- 構造物のどこに、どのような力が発生するか



政策過程分析
影響分析

状況の変化

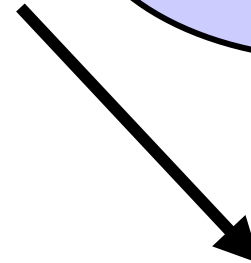
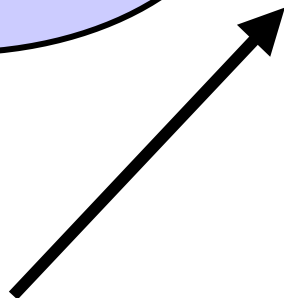
事前評価

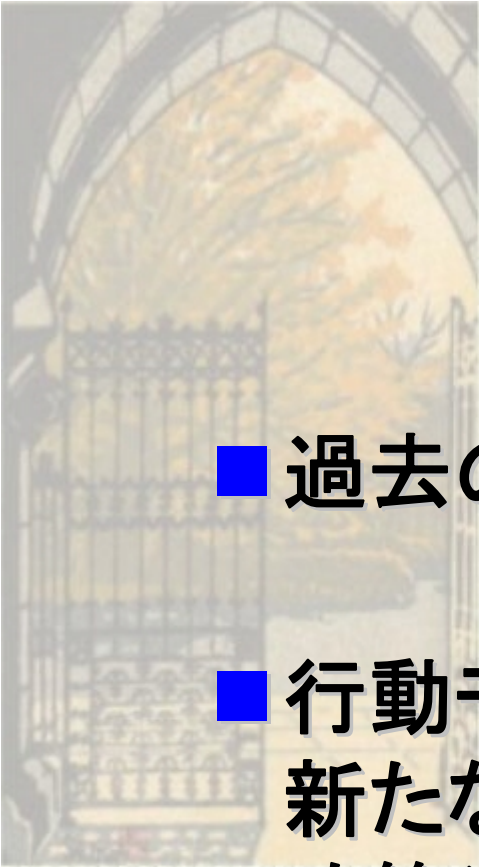
制度の設計

制度案

要求機能

立案

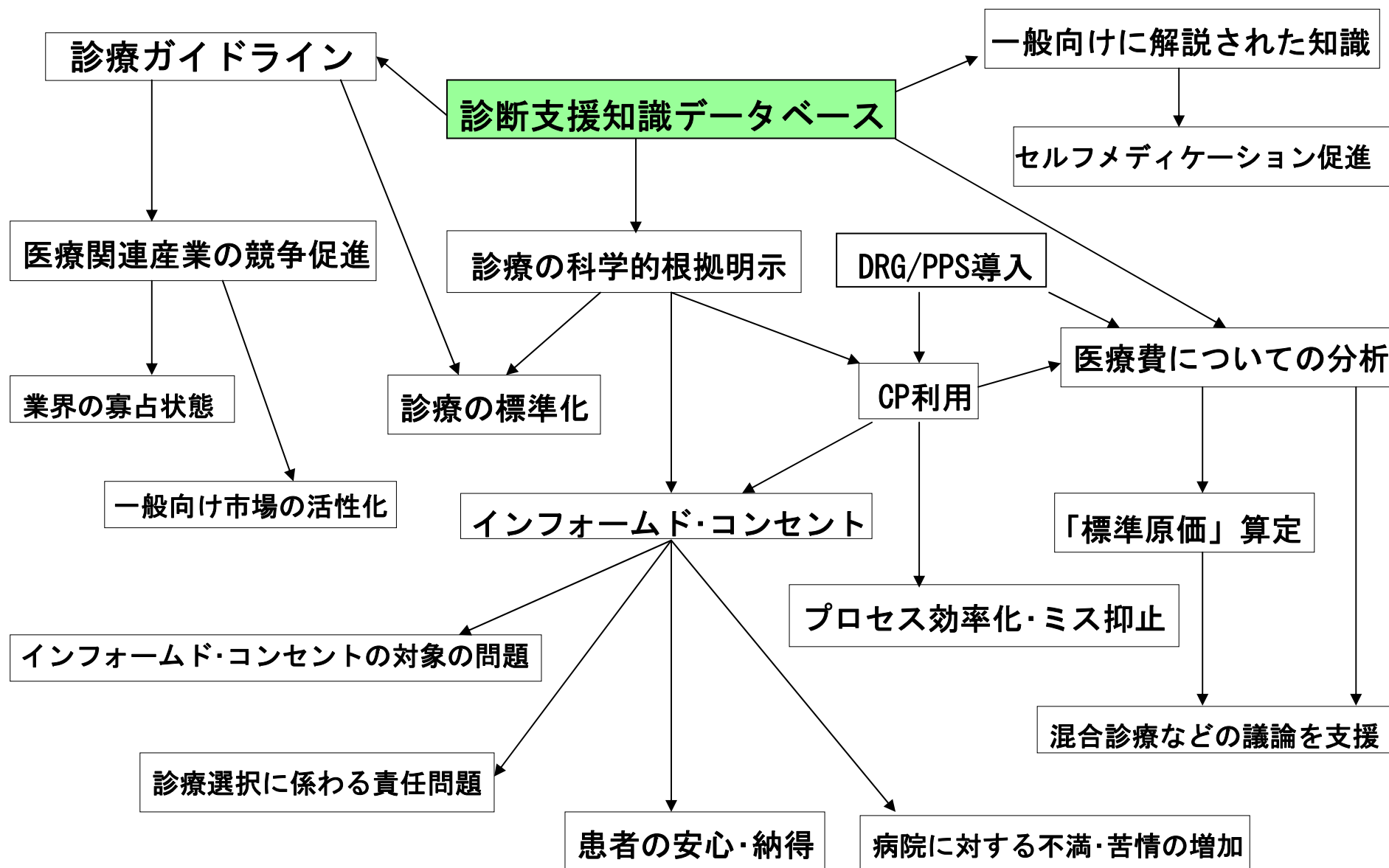




政策過程分析

- 過去の政策過程を分析：行動モデル
- 行動モデルを用いて、
新たな制度を導入しようとしたときに起こる
政策過程を分析
- 制度が導入されるまでの過程を推定
制度が導入された後の影響を推定

診療ナビゲーションシステム：影響分析



まとめ

- 構造物・材料の力学的現象と政治的現象のアナロジー
- ミクロからマクロを導くアプローチ
- 相互干渉に起因するモード変化
- 本質の発見、研究課題のヒント
- 分野を超えた知の活用

構造物の設計と制度設計のアナロジー